

Jan SADOWSKI

e-mail: sadjan@utp.edu.pl

Zakład Mechaniki Stosowanej, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Ocena hałasu na stanowiskach pracy i jego minimalizacja

Wprowadzenie

Ochrona środowiska przed czynnikami szkodliwymi, w tym również hałasem jest koniecznością. Hałas należy do najbardziej powszechnych zagrożeń w środowisku pracy i bardzo często jest integralnym elementem pracy. Dane statystyczne (GUS) dotyczące rzeczywistego narażenia na hałas w środowisku pracy w Polsce w 2010 r. wskazują, iż na ogólną liczbę ponad 700 tys. osób pracujących w warunkach zagrożenia, aż 41% narażonych było na hałas przekraczający wartości dopuszczalne.

W pracy przedstawiono ocenę hałasu na najgłośniejszych stanowiskach pracy w *Elektrowni PAK SA* w Koninie. Celem pracy była ocena ryzyka narażenia na hałas na stanowiskach produkcyjnych, a także koncepcje zmniejszenia hałasu i oszacowanie przewidywanych efektów ekologicznych i ekonomicznych po ich realizacji.

Charakterystyka obiektów

Opis obiektów

Obiektami analizy hałasu i wyciszenia były dwie hale, w których wykonuje się konstrukcje stalowe, służące do remontu i montażu turbin kotłowych. Dotyczy to ok. 100 stanowisk pracy zlokalizowanych na obiektach i urządzeniach *Zespołu Elektrowni PAK S.A.* w Koninie oraz w halach warsztatowych zlokalizowanych na terenie *Elektrowni Pątnów*.

Hala nr 1 obejmuje powierzchnię ok. 2000 m², w tym pomieszczenie obrabiarek do skrawania metali o powierzchni ok. 180 m². Na hali znajdują się dwa stanowiska nożyc gilotynowych, dwie piły taśmowe do cięcia profili stalowych, cztery obrabiarki do metalu, walcarka oraz stanowiska spawalnicze. Sala o wysokości ok. 15 m ma posadzkę betonową, ściany otynkowane oraz okna i świetliki dachowe.

Hala nr 2 o powierzchni ok. 2700 m² wyposażona jest w kabinę lakierniczą, kabinę do czyszczenia strumieniowo-ściernego, nożyce gilotynowe, wypalarkę plazmową do metalu oraz stanowiska spawalnicze. Sala ma wysokość ok. 15 m, posadzkę betonową, otynkowane ściany oraz okna i świetliki dachowe. W obu halach znajdują się również stanowiska montażowe oraz obróbki ślusarskiej.

Hałas na stanowiskach pracy

Z raportu dostarczonego przez służbę zakładową BHP wynika, że na obu wymienionych powyżej halach występuje 17 stanowisk (obszarów) pracy na których mogą występować przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu:

- ekwiwalentnego w czasie 8 h pracy ($L_{Ex,8h}$),
- maksymalnego, L_{Amax} (A)
- szczytowego, L_{peak} (C)

Odpowiednie normy [*PN-N-01307:1994*] dla poszczególnych poziomów wynoszą dla:

- hałasu ekwiwalentnego – 85 dB(A), a nawet 80 dB(A) zgodnie z rozporządzeniem *Ministra Gospodarki* [*Rozporządzenie, 2005*].
- maksymalnego L_{Amax} – 115 dB(A)
- szczytowego L_{peak} – 135 dB(A)

Na podstawie raportu można stwierdzić, że na ten ponadnormatywny hałas na obu halach jest narażonych ok. 150 osób. Najgłośniejsze miejsca pracy na hali to: stanowiska mistrza ds. remontów turbin, stanowiska operatora maszyn obróbki skrawaniem, stanowiska ślusarzy maszynowych, stanowiska spawaczy, stanowiska ślusarzy konserwatorów, stanowiska monterów remontów kotłów i turbin.

Wyniki pomiarów i ich analiza

Pomiary hałasu dla poszczególnych grup stanowiskowych zawartych w raporcie zarówno w halach jak i na stanowiskach zewnętrznych wykonywane były w różnych okresach czasu (od 2008 do 2010 r.) za pomocą indywidualnego dozymetru D-20 firmy *Bruel-Kjaer 4436 i 4442* wg PN-94/N-01307 [*Sadowski, 2010*].

Ocena akustyczna przedstawionych w raporcie stanowisk pracy, dotyczy w większości niestacjonarnych stanowisk, gdzie w sposób istotny i trudny do opisanego pracownicy zmieniają swoje miejsce (przemierzają się), jak i zmieniają się warunki wykonywanej pracy (brygady remontowe). Na ogół standardowe kryteria oceny nie pozwalają oszacować ryzyka zawodowego na takich stanowiskach pracy, są to zagadnienia raczej stochastycznej oceny ryzyka.

Ocena ryzyka narażenia na hałas. Krotność największego dopuszczalnego natężenia hałasu (KNDN) hałasu określano ze wzoru [*PN-N-180002:2000*]:

$$KNDN = 10^{0,1(L_{zm} - L_{dop,8h})} \quad (1)$$

gdzie:

- L_{zm} – zmierzone wartości parametrów hałasu, [dB]
- $L_{dop,8h}$ – dopuszczalne wartości parametrów określających hałas w czasie 8 h, [dB]

Szacowaną ocenę ryzyka wynikającą z narażenia na hałas (kryterium szkodliwości słuchu) przedstawiono w tab. 1 [*PN-N-180002:2000*]

Tab. 1. Ocena ryzyka wynikająca z narażenia na hałas (kryterium szkodliwości słuchu)

Ekspozycja na hałas w dB	Krotność NDN	Ryzyko	
$L_{Ex,8h} < 82$ $L_{Amax} < 109$ $L_{Cpeak} < 129$	$k < 0,5$	małe	dopuszczalne
$L_{Ex,8h} = 82 \div 85$ $L_{Amax} = 109 \div 115$ $L_{Cpeak} = 129 \div 135$	$k = 0,5 \div 1$	średnie	
$L_{Ex,8h} > 85$ $L_{Amax} > 115$ $L_{Cpeak} > 135$	$k > 1$	duże	niedopuszczalne

Ocena ryzyka narażenia na hałas dla badanych stanowisk pracy na hali i prac zewnętrznych została przedstawiona w tab. 2 [*Sadowski, 2010*]. Poz. 1÷31 dotyczy stanowisk na halach nr 1 i nr 2. Poz. 32÷38 dotyczą stanowisk zewnętrznych (poza halą).

Analiza ryzyka narażenia pracowników na hałas. Z przeprowadzonej analizy ryzyka narażenia pracowników na hałas wynika, że na hali nr 1 i nr 2 przeważa ryzyko średnie i duże oraz, że ryzyko to jest duże dla pracowników zewnętrznych monterów turbin i kotłów. Należało zatem poczynić odpowiednie kroki zmierzające do ograniczenia opisanego narażenia na hałas pracowników należących do grup szczególnego ryzyka.

Proponowane wytyczne dotyczące minimalizacji hałasu

Wytyczne mają na celu:

1. przede wszystkim zmniejszenie ryzyka narażenia na hałas tych grup pracowniczych w hali nr 1 i nr 2, dla których ryzyko narażenia jest duże,
2. poprawę komfortu akustycznego dla pracowników dla których ryzyko jest średnie oraz małe.

Tab. 2. Ocena ryzyka narażenia na hałas KNDN pracowników w hali nr 1 i nr 2 oraz pracujących na zewnątrz OZP

Lp.	Stanowisko	$L_{Ex, 8h}$	K_{Ex}	L_{Amax}	K_{Amax}	L_{Cpeak}	K_{Cpeak}	Ryzyko
1	St. mistrz rem. kotł.	85	1,00	109	0,36	135	1,0	średnie
2	St. mistrz prod.	81	0,63	104	0,28	148	3,16	małe
3	St. mistrz rem. turb.	88	1,41	123	2,51	139	1,59	duże
4	St. mistrz nawęgl.	70	0,18	92	0,39	135	1,0	małe
5	St. m. trans. wew.	79	0,501	105	0,316	135	1,0	średnie
6	St. operator skraw.	88	1,41	117	1,26	148	4,47	duże
7	Ślusarz maszyn.	89	1,59	118	1,41	146	3,55	duże
8	Elekt. obr. i masz.	85	1,00	110	0,56	133	0,79	średnie
9	Hartownik	76	0,35	106	0,35	135	1,0	małe
10	Operator suwnic	84	0,89	113	0,79	132	0,78	średnie
11	Spawacz	85	1,00	114	0,89	135	1,0	średnie
12	Stolarz	75	0,36	104	0,28	135	1,0	małe
13	Betoniarz – zbr.	84	0,89	116	1,11	141	2,00	duże
14	Blach – dekarz	80	0,56	108	0,48	135	1,00	średnie
15	Czyść. – kotła	85	1,0	120	1,78	135	1,0	średnie
16	Spawacz z upraw.	91	2,00	127	3,98	146	3,55	duże
17	Monter inst. san.	88	1,41	113	0,79	135	1,00	duże
18	Op. obr. skraw.	85	1,00	120	1,78	147	3,98	duże
19	Rob. budowlany	84	0,89	107	0,45	135	1,0	średnie
20	Mal. konstrukcji	86	1,11	115	1,00	145	3,16	duże
21	Oper. sprzętu tran.	86	1,11	112	0,71	135	1,0	średnie
22	Ślus. konserw.	86	1,11	112	0,71	133	0,79	średnie
23	Dźwigowy	82	0,71	100	0,18	135	1,00	małe
24	St. mont. kotłów	95	3,16	120	1,78	144	2,82	duże
25	St. mont. turbin	91	2,00	130	0,57	143	2,5	duże
26	Mont. rem. maszyn	86	1,11	112	0,78	135	1,00	duże
27	Spaw. z upraw.	97	3,98	134	8,91	145	3,16	duże
28	St. izoter	85	1,00	111	0,63	135	1,0	średnie
29	St. mont. inst. wod.	82	0,78	113	0,79	139	1,59	średnie
30	St. mont. inst.	86	1,11	115	1,0	135	1,0	średnie
31	St. mur. kotł.	86	1,11	109	0,50	135	1,00	średnie
32	Cieśla	84	0,89	121	2,00	144	2,82	duże
33	Monter rem. kotł.	85	1,00	122	2,24	145	3,26	duże
34	Monter rem. turb.	87	1,26	117	1,26	139	1,59	duże
35	Mur. kotł. enegr.	86	1,11	112	0,71	143	2,51	duże
36	Mont. instl. przem.	87	1,26	115	1,0	146	3,55	duże
37	Mont. urz. dźwig.	77	0,39	109	0,50	135	1,00	małe
38	Mont. urz. naw.	80	0,56	104	0,28	133	0,79	małe

Na podstawie analizy otrzymanych wyników pomiaru hałasu oraz z oceny ryzyka narażenia na poszczególnych stanowiskach pracy, a także na podstawie ogólnych wytycznych organizacyjno-technicznych obniżania hałasu zaproponowano następujące rozwiązania prowadzące do minimalizacji hałasu i poprawy komfortu akustycznego na stanowiskach pracy w halach nr 1 i nr 2 oraz na stanowiskach zewnętrznych, [Sadowski, 2010]:

- adaptację akustyczną hali nr 1,
- adaptację akustyczną hali nr 2,
- zainstalowanie ekranów stałych w pomieszczeniu obrabiarek do metali na hali nr 1,
- zainstalowanie przezroczystych ekranów przenośnych przy wybranych stanowiskach pracy,
- zainstalowanie dźwiękoizolacyjnych ekranów przenośnych przy wybranych stanowiskach pracy oraz dźwiękoizolacyjnych przegród stacjonarnych,
- zainstalowanie gumowych (samoprzylepnych) kożuchów na dużych obiektach naprawianych

Adaptacja akustyczna hali nr 1

Adaptacja będzie polegała na zwiększeniu chłonności akustycznej hali nr 1 oraz zmniejszeniu czasu pogłosu spowodowanego wielokrotnymi odbiciami hałasu w różnych kierunkach i częściach hali, pochodzącego z różnych źródeł. Zwiększenie chłonności akustycznej otrzyma się przez wyłożenie wolnych powierzchni ścian hali i sufitu odpowied-

nie dobranym do widma hałasu materiałem dźwiękochłonnym o większym współczynniku pochłaniania dźwięku α , niż aktualne powierzchnie: ściany, sufit, podłoga itp.

Chłonność akustyczna określa całkowitą ilość pochłanianej energii dźwiękowej:

$$A = \sum_{i=1}^n a_i S_i + \sum_{j=1}^n A_j, \text{ m}^2 \quad (2)$$

gdzie:

α_i – współczynnik pochłaniania poszczególnych materiałów w pomieszczeniu,

S_i – pola tych powierzchni pochłaniających,

A_j – ekwiwalentna chłonność przedmiotów znajdujących się w pomieszczeniu przyjmowana $(10 \div 15) \text{ m}^2$.

Czas pogłosu można obliczyć znając parametry akustyczne pomieszczenia:

$$T = \frac{0,161V}{A}, \text{ s} \quad (3)$$

gdzie:

V – objętość pomieszczenia, $[\text{m}^3]$,

A – chłonność akustyczna pomieszczenia, $[\text{m}^2]$

Obniżenie hałasu ΔL , [dB] związanego z zwiększeniem chłonności akustycznej hali oblicza się ze wzoru:

$$\Delta L = 10 \log \frac{A_2}{A_1} = 10 \log \frac{\alpha_2}{\alpha_1}, \text{ dB} \quad (4)$$

gdzie:

A_2 – chłonność akustyczna zainstalowanych ekranów pochłaniających po wyciszeniu hali,

A_1 – chłonność akustyczna rzeczywista (przed wyciszeniem),

α_2 – średni współczynnik pochłaniania po zainstalowaniu urządzeń wyciszających,

α_1 – średni współczynnik pochłaniania rzeczywistych powierzchni (przed wyciszeniem).

Obliczenia obniżenia hałasu w hali nr 1 po adaptacji akustycznej.

- Powierzchnia S_i elementów hali nr 1:

- (ściany boczne pokryte tynkiem) $S_1 = 3000 \text{ m}^2$;
- (podłoga betonowa) $S_2 = 1890 \text{ m}^2$;
- (sufit: beton + metal) $S_3 = 1700 \text{ m}^2$;
- (świetliki, okna-szkło) $S_4 = 400 \text{ m}^2$

- Średni współczynnik pochłaniania α_i :

- dla ściany otynkowanej (porowatej) $\alpha_1 = 0,15$;
- dla betonu $\alpha_{2/3} = 0,015$;
- dla szkła $\alpha_4 = 0,02$

- Chłonność akustyczna A_1 (rzeczywista, przed adaptacją) dla hali nr 1 wynosi:

$$A_1 = \sum_{i=1}^4 S_i \alpha_i = S_1 \alpha_1 + S_2 \alpha_2 + S_3 \alpha_3 + S_4 \alpha_4 = 3000 \cdot 0,15 + 1890 \cdot 0,015 + 1700 \cdot 0,015 + 400 \cdot 0,02 = 511,85 \text{ m}^2$$

Propozycja wyciszenia hali zakłada, że ściany otynkowane oraz sufit zostaną wyłożone materiałem dźwiękochłonnym o współczynniku pochłaniania $\alpha_{1/3} = 0,45$, a niektóre powierzchnie podłogi wylane zostaną masą bitumiczną o współczynniku pochłaniania $\alpha_2 = 0,25$. Wówczas nowa chłonność akustyczna hali wyrazi się wzorem:

$$A_2 = \sum_{i=1}^4 S_i \alpha_i = S_1 \alpha_1 + S_2 \alpha_2 + S_3 \alpha_3 + S_4 \alpha_4 = 3000 \cdot 0,45 +$$

$$+ (1200 \cdot 0,015 + 690 \cdot 0,25) + 1700 \cdot 0,45 + 400 \cdot 0,02 = 2313,5 \text{ m}^2$$

Obniżenie hałasu w hali nr 1 wyniesie:

$$\Delta L_1 = 10 \log \frac{A_2}{A_1} = 10 \log \frac{2313,5}{511,85} = 10 \log 4,52 \approx 6,6 \text{ dB}$$

- Czas pogłosu (przed adaptacją) dla hali nr 1 o objętości $V_1 = 28350 \text{ m}^3$ wynosi:

$$T_1 = \frac{0,161V_1}{A_1} = \frac{0,161 \cdot 28350}{511,85} = 8,9 \text{ s}$$

Czas pogłosu (po adaptacji) będzie wynosił:

$$T_2 = \frac{0,161V_1}{A_2} = \frac{0,161 \cdot 28350}{2313,5} = 1,97 \text{ s}$$

Z obliczeń wynika, że obniżenie hałasu w hali nr 1 związane z nową adaptacją akustyczną będzie wynosiło ok. 6,5 dB(A), a czas pogłosu zmniejszy się o $k_1 = T_1/T_2 = 8,9/1,97$, czyli prawie 4,5-krotnie.

Adaptacja akustyczna hali nr 2

Adaptacja będzie polegała na zwiększeniu jej chłonności akustycznej oraz na zmniejszeniu czasu pogłosu spowodowanego wielokrotnymi odbiciami hałasu w różnych częściach hali i pochodzącego z różnych źródeł hałasu.

Przeprowadzając podobne obliczenia jak dla hali nr 1 otrzymano dla hali nr 2 następujące obniżenie poziomu hałasu po adaptacji:

$$\Delta L_2 = 10 \log \frac{A_2}{A_1} = 10 \log \frac{3468,1}{602,1} \approx 7,6 \text{ dB (A)}$$

przy objętości hali nr 2 wynoszącej $V_2 = 40500 \text{ m}^3$ czas pogłosu T_1 przed adaptacją jest równy:

$$T_1 = \frac{0,161 V_2}{A_1} = \frac{0,161 \cdot 40500}{602,1} = 10,83 \text{ s}$$

Czas pogłosu po adaptacji będzie wynosił:

$$T_2 = \frac{0,161 V_2}{A_2} = \frac{0,161 \cdot 40500}{3468,1} = 1,88 \text{ s}$$

Z obliczeń wynika więc, że faktyczne obniżenie hałasu w hali nr 2 związane z nową adaptacją akustyczną będzie wynosiło ok. 7,5 dB(A), a czas pogłosu zmniejszy się o $k_2 = T_1/T_2 = 10,83/1,88 = 5,67$ czyli prawie sześciokrotnie.

Zainstalowanie ekranów stałych

Adaptacja dotyczy pomieszczenia gniazda obrabiarek do skrawania, o powierzchni pochłaniania 18 m^2 , znajdującego się na terenie hali nr 1. Zostaną zainstalowane stałe ekrany dźwiękochłonno-izolacyjne wypełnione odpowiednio dobranym materiałem dźwiękochłonnym, między poszczególnymi obrabiarkami (tokarkami).

Zainstalowanie przezroczystych ekranów przenośnych

Będzie dotyczyło wybranych stanowisk w halach nr 1 i nr 2. Ekrany takie przewidziane są na następujących stanowiskach i urządzeniach: stanowiska spawalnicze, stanowisko wypalarki, stanowisko nożyc gilotynowych.

Ponadto w hali nr 1 proponuje się zainstalowanie przezroczystej kotary, oddzielającej gniazda obrabiarek od pozostałej części hali (części socjalnej). Zarówno ekrany jak i kotary zostaną wykonane z przezroczystej folii PVC – *traviplast* 7 o grubości 3 mm i szerokości pasa 200 mm. Folia ta posiada dobre właściwości izolowania, rozpraszania i wygaszania fali akustycznej, szczególnie w zakresie częstotliwości (250÷ 500) Hz. Izolacyjność akustyczna takiego układu wynosi średnio 13 dB(A). Istotną cechą takiej przegrody akustycznej jest możliwość stałej obserwacji maszyn z pewnej odległości za ekranem oraz możliwość szybkiej ingerencji w przestrzeń roboczą.

Zainstalowanie lekkich dźwiękoizolacyjnych ekranów przenośnych

Proponuje się instalację parawanowych ekranów na wybranych stanowiskach pracy (tam, gdzie ryzyko hałasu jest duże). Będzie to dotyczyło hal nr 1 i nr 2, a także stanowisk monterów zewnętrznych kotłów i turbin. Przewiduje się wykonanie ok. 20 szt. lekkich ekranów dźwiękochłonno-izolacyjnych przejezdnych (na rolkach) lub na podporach w halach nr 1 i nr 2. Ponadto na hali nr 1 przewiduje się stacjonarną przegrodę dźwiękochłonno-izolacyjną o długości ok. 20 m i wysokości 3 m.

Na stanowiskach monterów zewnętrznych kotłów i turbin przewiduje się wykonanie 30 szt. lekkich (parawanowych) ekranów.

Izolacyjność akustyczna proponowanych ekranów wynosi 8÷12 dB(A), w zależności od widma hałasu panującego na hali lub hałasu na stanowiskach monterów zewnętrznych.

Zmniejszenie hałasu udarowego

Działania dotyczą zmniejszenia hałasu udarowego (uderzeniowego) na dużych obiektach naprawianych, jakimi są korpusy kotłów i turbin, duże konstrukcje stalowe, itp. Proponuje się zainstalowanie gumowych

kożuchów przykrywających (samoprzylepnych lub na przystawki magnetyczne). Będą one dobrze tłumiły nieprzyjemne i donośne hałasy uderzeniowe powstające podczas napraw i montażu tych obiektów. W ten prosty sposób obniżyć można poziom hałasu szczytowego (szczególnie udarowego) o ok. 6 dB(A).

Przewidywane efekty obniżenia hałasu

Z analizy otrzymanych wyników pomiaru hałasu na stanowiskach pracy w hali nr 1 i nr 2 wynika, że średni poziom hałasu na różnych urządzeniach (miejscach pracy) wynosi:

- w hali nr 1: od 79÷91 dB(A) – średnio ok. 87 dB(A)
- w pomieszczeniu obrabiarek do metali (hala nr 1) ok. 88 dB(A)
- w hali nr 2: od 80÷97 dB(A) – średni ok. 88 dB(A)
- na stanowiskach monterów zewnętrznych: od 84÷99 dB(A), średni ok. 88 dB(A), przy czym bardzo często przekraczany jest hałas szczytowy (udarowy) o wartości dopuszczalnej 135 dB.

Z symulacyjnych obliczeń adaptacji akustycznej hal wynika, że obniżenie hałasu w hali nr 1, związane ze zwiększeniem chłonności akustycznej, wyniesie ok. 6,5 dB(A), a czas pogłosu zmniejszy się prawie czterokrotnie. Tylko te działania spowodują obniżenie średniego poziomu hałasu w hali nr 1 do wartości ok. 81 dB(A). Ponadto zainstalowanie na stanowiskach pracy ekranów przezroczystych, lekkich ekranów dźwiękochłonno-izolacyjnych oraz kotary przezroczystej, zmniejszy propagację hałasu od najgłośniejszych stanowisk (źródeł) w dalsze obszary narażenia o ok. 10 dB(A).

Z kolei w hali 2 obniżenie poziomu hałasu związane ze zwiększeniem jej chłonności akustycznej, wyniesie ok. 7,5 dB(A), a czas pogłosu zmniejszy się na hali prawie sześciokrotnie. Spowoduje to obniżenie średniego poziomu hałasu w hali nr 2 do wartości ok. 80 dB(A). Dodatkowo zainstalowanie na najgłośniejszych stanowiskach pracy ekranów przezroczystych oraz lekkich ekranów dźwiękochłonno-izolacyjnych zmniejszy szkodliwą propagację hałasu od najgłośniejszych źródeł do innych osób przebywających na hali o kolejne ok. 10 dB. Spowoduje to zmniejszenie liczby osób bezpośrednio narażonych na ponadnormatywny hałas o ok. 70%.

Rozpatrując efekty ekologiczne i ekonomiczne, jakie wystąpią po zrealizowaniu zaproponowanych działań w celu zmniejszenia hałasu, można stwierdzić, że obniżenie poziomu hałasu o 3 dB, spowoduje zmniejszenie jego energii docierającej do każdego pracownika o ok. 15% (mW/m^2), co przy uzyskanych tylko 6 dB, daje prawie 40% zmniejszenia tej energii. Poziom hałasu w halach będzie się mieścił się w granicach przyjętych norm i standardów i poprawi się zatem klimat akustyczny wokół pracowników.

Ponadto należy przyjąć, że wystąpi wzrost ilościowego efektu pracy o ok. 1÷1,5% na każdy 1dB obniżonego hałasu docierającego do pracowników.

Można się także spodziewać wzrostu jakości pracy, zmniejszenia liczby braków i odpadów oraz zmniejszenia liczby wypadków i urazów o ok. 10% na każdy 1dB.

Ponadto przewiduje się, że wystąpi zmniejszenie absencji chorobowej o ok. 4% na każdy zmniejszony 1 dB, a także dalsze zmniejszenie ryzyka wystąpienia głuchoty zawodowej, które obecnie jest duże.

Przewiduje się, że przedstawione propozycje dadzą dużą skuteczność akustyczną zainstalowanych urządzeń wyciszających (sumarycznie ok. 20dB) oraz przyniosą w określonym czasie również wymierne korzyści ekonomiczne i ekologiczne.

LITERATURA

- PN-N-01307:1994. *Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące przeprowadzania pomiarów.*
- PN-N-180002:2000. *System zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego.*
- Rozporządzenie ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne. (Dz.U. 2005 nr 157 poz. 1318)
- Sadowski J., 2010. *Opracowanie programu działań organizacyjno-technicznych dla ograniczenia narażenia na hałas pracowników w elektrowni PAK S.A. w Koninie.* Praca niepublikowana